

• 高校生物学教学 •

# 基于成果导向教育理念的生物化学多维度教学改革体系的构建

李晓岩, 毕冰, 许志茹, 王晶英

东北林业大学 生命科学学院, 黑龙江 哈尔滨 150040

李晓岩, 毕冰, 许志茹, 等. 基于成果导向教育理念的生物化学多维度教学改革体系的构建. 生物工程学报, 2020, 36(10): 2226-2233.

Li XY, Bi B, Xu ZR, et al. Construction of multi-dimensional teaching reform system of Biochemistry based on outcome-based education. Chin J Biotech, 2020, 36(10): 2226-2233.

**摘要:** 生物化学是生物类相关专业的重要基础课, 具有发展迅速、信息量大且理论性和实践性均强等特点, 针对教与学过程中普遍存在的学生学习难度大、实验课缺乏整体性、综合性和设计性实验少等问题, 笔者在成果导向教育 (Outcome-based education, OBE) 理念的指导下, 从理论教学及实践教学入手, 通过引入灵活多样的教学方法、用好在线课程、实施双语教学、加强实践教学环节、改进考核模式等方面, 构建了生物化学多维度教学改革体系。实践证明, 该教学改革体系能够使由“被动学”变“主动学”, 充分调动了学生的学习积极性、培养了学生的创新能力, 在提升高校人才培养质量方面起到了重要作用。

**关键词:** OBE 理念, 生物化学, 理论教学, 实践教学, 多维度教学改革体系

## Construction of multi-dimensional teaching reform system of Biochemistry based on outcome-based education

Xiaoyan Li, Bing Bi, Zhiru Xu, and Jingying Wang

College of Life Sciences, Northeast Forestry University, Harbin 150040, Heilongjiang, China

**Abstract:** Biochemistry is an important fundamental course of biology related majors, and has the characteristics of speedy development, massive information, sound theoretical basis and feasible applicability. It is difficult for students to learn well in the process of teaching. In addition, the experimental course lacks integrity, comprehensiveness and design experiments. Under the guidance of outcome-based education (OBE) concept, we established a multi-dimensional teaching reform system through theoretically and practically introducing of various teaching methods, online courses, bilingual teaching, stronger practical teaching and optimized assessment mode. The teaching reform system could effectively allow students to change from “passive learning” to “active learning” through activating learning enthusiasm, resulting in cultivated innovation ability.

**Received:** May 13, 2020; **Accepted:** July 31, 2020

**Supported by:** Higher Education Teaching Reform Project in Heilongjiang Province (No. SJGY20170116), Higher Education Teaching Reform Project in Northeast Forestry University (No. DGY2020-50).

**Corresponding author:** Xiaoyan Li. Tel/Fax: +86-451-82190621; E-mail: xyli821187@163.com

黑龙江省高等教育教学改革研究项目 (No. SJGY20170116), 东北林业大学教育教学研究项目 (No. DGY2020-50) 资助。

This system could play very important role in promoting quality of talent training of colleges and universities.

**Keywords:** outcome-based education, biochemistry, theory teaching, practice teaching, multi-dimensional teaching reform system

生物化学是生物类专业的重要专业基础课, 在专业课程体系中起着承上启下的作用, 该课程的有效学习可为微生物学、分子生物学、细胞生物学及遗传学等后续课程的学习奠定良好的基础。生物化学研究对象具有微观性、抽象性和复杂性等特点, 且在发展过程中随着新知识和新技术的不断出现, 对生物化学的理论教学与实践教学提出了更高的挑战。OBE (Outcome-based education), 即成果导向教育, 该教育模式认为教学设计和教学实施的目标是学生通过教育过程最后取得的学习成果<sup>[1]</sup>。自 2017 年开始, 我们在 OBE 理念的指导下, 从明确课程的教学目标、设定课堂的教学活动以及精确课程的教学评估等方面实施了生物化学教学改革的实践与探索。与传统的教学模式相比, 基于 OBE 理念的教学更加关注学生的学习与发展成效, 并在授课过程中引入启发、提问等环节, 积极实践翻转课堂教学法、启发式教学法、探究式教学法、讨论式教学法、学导式教学法、参与式教学法等教学方法, 旨在充分调动学生自主学习的积极性, 真正彰显学生在教学过程中的主体地位, 有效激发学生的求知欲望、学习潜能和创造性。本文从理论教学和实践教学两个方面具体阐述在切实提高生物化学教学成效中所做的几点尝试和探索。

## 1 理论教学

生物化学是利用化学的包括物理的理论和方法来研究构成生命体的主要化学物质, 例如, 糖、脂、蛋白质、核酸等的化学组成、化学结构、物理化学性质、生物学功能以及它们在生命体中的变化规律<sup>[1]</sup>。课程教学目标体现为知识目标、能力目标和德行目标三方面。知识目标要求学生掌握糖类、脂类、蛋白质、核酸等的化学组成、化

学结构、生物学功能、物理化学性质及它们在生命体中的变化规律; 能力目标要求学生能够构建系统性强、构架清晰的生物化学知识体系, 并着重培养学生的知识迁移能力、科学分析能力及创造创新能力; 德行目标要求学生能够崇尚真理, 追求创新, 躬身实践, 弘扬理性, 自觉抵制学术不端行为, 并能增强使命感、责任感, 增强民族自豪感。基于此目标, 在理论教学环节, 着重在融入课程思政、讲好第一堂课、在线课程建设、实施双语教学等方面进行探索和实践。

### 1.1 融入课程思政

习近平总书记在全国高校思想政治工作会议上强调, “要用好思政课教学这个主渠道, 其他各门课都要守好一段渠, 种好责任田, 使各类课程与思想理论课同向同行, 形成协同效应”。长期以来, 自然科学类课程的教学往往局限于知识与技能的传授, 却忽视了课程本身也可以作为科学思辨和客观理性的良好载体<sup>[2]</sup>。“生物化学”课程具有知识量大、内容繁杂等特点, 其中所蕴含的科学思辨、客观理性、求真求实、科技兴国等内涵是开展课程思政的良好载体<sup>[3]</sup>。教学过程中, 为较好地融入“思政味”, 通过精心设计嵌入式实例、励志人物举例、时事政策点评等方式, 让学生在知识海洋遨游的同时能够启迪智慧、感悟人生。

胰岛素是由胰岛的  $\beta$  细胞分泌的一种蛋白质激素, 是体内唯一能够降低血糖的激素。1958 年 12 月底, 人工合成牛胰岛素项目在我国正式启动, 在进口氨基酸短缺的情况下, 年轻的科学家们克服重重困难, 自己建立厂房生产氨基酸, 经过近 7 年的时间, 科学家们终于完成了牛胰岛素的人工合成。人工牛胰岛素的合成, 被认为是继“两弹

一星”之后我国的又一重大科研成果。当年，蛋白质的人工合成还是一座人类难以攀登的科学高峰，而我国的科学家却在极其困难的情况下攻克了这个科学难题，这种迎难而上、协同作战、精益求精、忘我工作的胰岛素精神是我们的无价之宝，是中华民族宝贵的精神财富。在授课过程中，通过讲解胰岛素合成的科技攻关过程，激励学生热爱科学、崇尚科学，将“胰岛素精神”传承下去，在科学研究道路上勇敢前行。

### 1.2 讲好第一堂课

良好的开端是成功的一半，第一堂课对整个课程的教学具有重要意义。在第一堂课即“绪论”的讲述过程中，着重从生物化学的定义、授课内容的组织安排及生物化学与人类生活等三个方面探究，通过授课章节的整合及单元的划分，可将授课内容化繁为简，使学生较为系统地掌握授课内容，起到以纲代目、纲举目张的效果。通过“绪论”部分的学习，可使学生在零接触课程内容的基础上，引导其初步了解课程的概况，激发一定的学习兴趣，实现“教、学、用”在教学过程中的有机交叉和相互渗透，为后续课程内容的学习奠定良好的基础<sup>[4]</sup>。

在生物化学与人类生活部分，选取生活中的典型实例，并分析其中蕴含的生物化学原理，让学生感受到生物化学就在身边，进而使学生对课程产生浓厚的兴趣。例如，“三高”对人类健康的影响，三高即高血糖、高血压、高血脂。血糖高会引起糖尿病，糖尿病是一种以血糖升高及全身代谢紊乱为特征的疾病，严重威胁人类健康，糖尿病严重患者还会出现糖尿病酮症酸中毒等急性并发症，其根本原因是胰岛素明显不足，体内脂肪酸代谢紊乱产生大量酮体。因此，在饮食上，糖尿病患者应少食淀粉类高的食物，多食用蛋白质含量高的食物。通过选取生活中的典型实例引入课堂教学，使学生了解生物化学与人类生活密切相关从而激发学习兴趣。

### 1.3 用好在线课程

在“互联网+”时代，在线课程以其新颖性、自由性、受众多等优势迅速流行，并促使教育观念更新、教学内容优化和教学方式变革，在线开放课程的建设与应用，使基于“互联网”的线上线下混合式教学成为可能<sup>[5]</sup>。在生物化学在线课程的建设过程中，由于知识点碎片化以及课程体系系统化的原因，如何科学设置在线课程内容成为重中之重。例如，在蛋白质化学这一单元中，将授课内容拆分成氨基酸的结构、氨基酸的等电点及肽的基本概念、蛋白质的结构、蛋白质的化学反应等知识点，便于学生在零散的、有限的时间内学习<sup>[1]</sup>。为了使学生在整体上把握学习脉络，在学生掌握知识点的基础上，绘制思维导图，将本单元的知识点串联在一起，使学生对蛋白质化学这一单元具有整体认识，还可以通过访问在线课程中的授课视频，进一步攻克课程难点。

通过课程学习中心的网络辅助教学功能，构建从章节练习到单元练习的递进式练习模式，进一步巩固学生的学习效果。在此基础上，引入开放性、综合性较强的作业题目，着重培养学生利用所学知识思考问题、解决问题的能力，可以就一个题目进行深度讨论，增强了学生的思辨及探究的能力<sup>[1]</sup>。学生和教师还可以通过讨论模块实现在线交流，通过师生、生生之间的在线互动交流，可及时解决学生学习上的困惑，不断增强教学吸引力。实践证明，在线课程的使用有效提升了学生的自主学习能力和对知识点的掌握能力，显著增强了学习效果。

### 1.4 实施双语教学

当今，生物化学及相关学科发展迅猛，且生物化学所触及的学科前沿广而深，新的术语和概念层出不穷，为使学生能够尽早尽快地掌握阅读专业文献的词汇与技巧，提升阅读专业文献的能力，更好地跟踪学科前沿，拓宽学生的国际视野，实施双语教学已成为当务之急。生物化学双语教

学的目的是使学生在掌握生物化学原理的基础上,掌握一定的生物化学专业词汇,能够读懂英文文献,并能用英语进行基本的学术交流。生物化学课程内容繁杂、难度大,英语教学及学习尤为不易,在教学过程中,教师需要充分考虑学生的接受能力,采用恰当的教学方法,避免学生产生畏难情绪,保证双语教学的顺利进行。在教学过程中,采用“关键词、单元总结、英文版块、前沿文献”的渐进式英语学习体系,使学生的专业英语能力得到提升。

在授课初期,宜采取循序渐进的教学方式。例如,在讲授“绪论”部分时,要求学生首先掌握生物化学(Biochemistry)及生物大分子(Macromolecule)的概念和英文形式,以此关键词展开讲述。在讲授 macromolecule 时,可引出构成生命体的生物大分子的英文形式,如 carbohydrate polymers、lipids、protein、nucleic acid 及 enzyme 等。在后面单元的讲述过程中,应以“重要关键词”为抓手,引出课堂教学内容。例如, glycolysis (糖酵解)的讲解,先解析词根:“gly”表示糖,lysis 表示裂解,即葡萄糖通过磷酸化进一步裂解生成丙酮酸和 ATP 的过程<sup>[6]</sup>。通过上述讲授方法,学生可以轻松掌握概念和关键词,并能理解其涵义。另外,在在线课程建设中设置英文版块,其设置主要依托英文原版教科书,使学生在能够接触到地道的专业英语的同时,对教学内容进一步理解和掌握<sup>[1]</sup>。经过实践,学生普遍反映受益匪浅。

### 1.5 瞄准科学前沿

生物化学是生命科学领域的核心学科之一,具有发展迅猛、知识更新快等特点。在教学过程中,教师在学生充分掌握所学知识的基础上,将相关科学研究前沿适度渗透到教学中,能够有效激发学生的学习兴趣。在科学前沿素材的选择上,应当紧紧围绕生物化学中的某个知识点,设定教学方案。例如,在讲述“嘌呤代谢”这一知识

点时,引入“Regulation of uric acid metabolism and excretion”<sup>[7]</sup>一文,向学生介绍嘌呤代谢紊乱会导致体内尿酸水平升高,而尿酸升高会诱发痛风等疾病<sup>[1]</sup>。黄嘌呤氧化还原酶是催化产生尿酸的关键酶,该酶为痛风及高尿酸血症等相关疾病的治疗提供了靶点。将上述科学研究成果融入教学,不但能够促进教学和科研的有机统一,又能增加课堂的趣味性,有利于学生对知识点的掌握,可以提高学生的学习达成度<sup>[1]</sup>。此外,在特定授课章节,邀请学院专职科研人员举办科学前沿讲座,把学科最新研究成果和科技动态引入教学,可使课程内容更加具有学术性、前沿性。

### 1.6 注重考核评价

线上线下混合考核模式可以有针对性地反映出学生学习的真实状况,以便教师在下一个阶段更好地因材施教<sup>[8]</sup>。生物化学理论课程考核采用线上线下混合考核模式,线上考核占 10%,线下考核占 90%。

#### (1) 线上考核

线上考核分为两部分,一是设定章节测试及单元测试,以基础知识和专业技能的巩固为主要内容,考察学生对所学知识的掌握程度。二是在学生掌握知识点的基础上,设定开放性讨论题,以拓展性、体验性、交互性的内容为主,注重作业的实践性、探究性,让学生变被动学习为主动学习,体现自主开放的学习过程。学生在完成作业的过程中通过对作业进行比较、分析和思考,能够巩固对专业知识点的理解,激发学生的创新精神和创新能力。

#### (2) 线下考核

线下考核是考核评价的主体,主要采用过程性考核和多元化考核。为避免学生出现期末突击复习的情况而采用过程性考核,该考核方式着重强调对学生学习过程中学习状态和阶段性学习成果的考核,具有考核内容全面、考核方式灵活、教学效果反馈及时等特点。由于生物化学教学内

容较多,采用3次阶段考试及1次期末考试的考核模式,所占比例分别为10%、30%、10%及40%,共计90%<sup>[1]</sup>。过程性考核的实施旨在要求学生注重平时积累,有利于营造全程紧张教学过程,能够做到合理考核学生成绩,科学评价教学效果。

按照教学需求,在阶段三考试中,通常采用多元化考核模式(占10%)。多元化考核包括案例分析、文献阅读等形式。案例分析主要是结合授课内容追踪科学研究前沿及应用,旨在启发学生思考问题的能力并使学生了解到该领域的热点问题<sup>[1]</sup>。文献阅读主要是布置学生查阅授课相关内容等方面的文献,并制作幻灯片以及撰写文献综述,使学生能够对文献进行消理解及整理归纳,进一步加深和巩固对所学知识的认识和运用,不断拓展自己的视野。多元化考核模式的运用,在保证学生掌握基本理论知识的同时,有效提升了学生的思辨能力及创新能力<sup>[1]</sup>。

## 2 实践教学

美国教育心理学家杰罗姆·布鲁纳认为,“学生应是积极的探究者,而不是被动地、消极地接收知识,教师在授课过程中不止提供现成的书本上的知识,而应发挥引导作用,让学生主动思考并参与知识的获得及建立该学科知识体系”。生物化学实验作为生物化学的配套课程,以巩固基础知识理论、训练基本实验技能、培养发现和解决问题能力为目标。本课程内容涵盖糖、脂、蛋白质、核酸、酶等章节,共12个实验。通过本课程的学习,学生能够更加深入地理解生物化学理论知识,并熟悉掌握离心机、分光光度计、电泳仪等常用生化仪器的基本原理、操作方法及生物分子的提取、测定。在此基础上,学生还应当能够对实验结果进行综合分析,进一步提升发现问题、分析问题和解决问题的能力,培养严谨求实的科学态度。

传统的生物化学实验教学采用“教师讲解实

验操作过程+学生动手验证实验结果”的方式,学生在实践过程中,过分注重实验结果成功与否,对实验原理及实验结果缺乏主动思考,缺乏将理论知识与实验整合的能力,不利于创新性思维的培养,一定程度上影响了学习成效。近年来,以OBE理念为导向,在课程实践教学方面也作了部分改革与探索。

### 2.1 “教学做一体化”教学模式的运用

传统的验证性实验不利于培养学生的创新性思维,而多元化的实验教学内容及综合性实验在培养学生解决复杂问题的综合能力和高级思维等方面发挥的作用已经得到证实。因此,结合生物化学实验教学现状,进行了教学内容及教学方法改革的尝试,积极推行“教学做一体化”教学,取得了较好的效果<sup>[9]</sup>。如在氨基酸的纸层析实验中,通过氨基酸的极性及其纸层析的分离原理等理论知识,引导学生对实验结果进行分析。在纸层析中,滤纸纤维及结合的水为固定相,有机溶剂为流动相,因此,极性小的氨基酸的迁移率大于极性大的氨基酸的迁移率。另外,可将氨基酸自动序列分析仪的分离方法进行讲述,让学生分析其中的分离原理。氨基酸自动序列分析仪采用的是阳离子交换层析,其分离原理与纸层析不同,但前者能快速、精准地对氨基酸混合样品进行分离,具有分离效率高等特点。通过对氨基酸自动序列分析仪分离原理的分析,可使学生掌握多种氨基酸的分离方法,也为后续课程的学习及科学研究提供了条件。

### 2.2 在线课程的建设与应用

生物化学实验在线课程自2016年开始建设,教学资源储备包括生物化学实验相关视频、试题库、翻转课堂PPT及相关扩展实验项目等,另外,在线课程还建设有实验安全相关内容模块。在教学过程中,使用网络配合教学,在网上开展教学研讨及与学生进行互动交流,保证在线课程的高效使用、可持续建设与更新。在教学设计上,学

生可通过课前在线观看实验教学视频,掌握实验过程中的注意事项及实验中可能出现的问题,并思考解决方法。例如,在“蛋清蛋白的醋酸纤维薄膜电泳”实验中,学生可通过线上视频了解透明时间对醋酸纤维薄膜溶解程度的影响,通过查阅资料可知“透明液”可以将醋酸纤维薄膜溶解,回收蛋白质样品。在课程空余时间,开展“10分钟翻转课堂”交流活动。学生可以讲述自己在实验过程中遇到的问题、解决办法、操作小技巧及相关拓展资源等,引导学生进一步交流、讨论,以达到培养学生的语言表达能力及分析解决问题能力的目的。另外,通过在线课程的统计数据,可以及时跟踪学生的学习情况,对学生的掌握程度有更清楚的了解,使教学更有针对性。同时,通过对学生学习过程完成情况的统计,分析课程设计是否合理、学生是否容易接受等,结合学生评价及建议优化课程并及时跟踪评价及反馈。

### 2.3 课程考核

传统的生物化学实验考核成绩主要参考出勤、实验操作及实验报告成绩。但由于学生在实验过程中操作不认真及实验报告抄袭等现象,使学生难以真正掌握实验内容,极大地影响了教学成效。因此,为了保证生物化学实验课程考核内容的全面性与合理性,采用线上、线下混合评价体系完成考核。目前,考核体系由实验成绩(占60%)和考试成绩(占40%)两部分组成,其中,实验成绩由实验报告成绩(占80%)和线上成绩(占20%)组成。线上成绩主要依据学习视频、内嵌试题、在线作业、讨论等的完成情况给出相应的分数。实验报告成绩则以较为直观的实验结果及对结果的分析讨论给出。考试成绩主要通过闭卷考试进行,进一步考察学生对实验原理、注意事项、特殊试剂的作用等知识点的掌握情况。此外,在试卷中还可以涉及一些扩展内容,进一步拓宽学生的综合理解能力。

## 3 教学改革成效

通过基于OBE理念的“生物化学”多维度教学改革体系的构建与实施,使学生由“被动学”变“主动学”落到了实处,主要体现在以下几个方面。

### 3.1 学生科研能力显著增强

通过生物化学的学习,学生能够较为全面地了解生物学研究领域的各个方面,激发了学生对科学研究的兴趣,调动了学生探索生命奥秘的热情。另外,通过生物化学实验课程的学习,强化了学生的基本实验技能,提升了学生独立开展科学研究的整体能力,学生申报大学生创新创业项目的获批比例显著提高,个别优秀者还入选了国家级和省级本科生创新项目。在同学们的努力及教师的引导下,学生能够运用所学知识顺利完成实验方案设计、项目申请书及结题报告的撰写等工作,发表多篇文章。笔者指导的创新项目小组,共发表文章6篇,其中EI收录1篇,中文核心并A<sup>+</sup>3篇,中文核心2篇。实践证明,OBE教学改革体系的构建与尝试对于学生的创新能力的培养及科研能力的提高起到了重要作用。

### 3.2 iGEM 大赛连续3年斩获金奖

国际遗传工程机器设计大赛(International genetically engineered machine competition, iGEM)是由美国麻省理工学院创办的一项具有广泛国际影响力的赛事,比赛要求各参赛队伍在赛前一年内运用工程学的理念和基因操作的手段设计和实现某种新的生物机器功能,并通过网站、演讲、海报等形式进行展示交流和评比<sup>[10-11]</sup>。实践证明,iGEM大赛一方面可为本科生提供全方位的科研能力训练,另一方面iGEM大赛对团队协作、头脑风暴、数学建模、网页制作、对外交流、社会活动的全方位训练,也有助于学生综合能力的全面提升。近年来,东北林业大学代表队在与哈佛大学、麻省理工学院、牛津大学、北京大学、清

华大学等全球 313 所国内外顶尖高校的同场竞技中脱颖而出,于 2017、2018、2019 年连续荣获金奖。同学们一致反映经过生物化学多维度教学改革体系的系统培养,能够较为全面地了解科学研究中涉及的多项技术,为参加 iGEM 大赛并顺利获奖奠定了基础。

### 3.3 教师教研能力明显提升

为了能够更好地将教学改革落到实处,教师应及时了解和掌握生物化学相关理论新知识和新技术。通过参加教学会议、聆听全国教学名师的讲座、观看优秀课例,加深对课程的理解,学习新的教学方式方法,并将其应用到教学过程中。2019 年 7 月,笔者赴齐齐哈尔参加了全国第 3 届生化教学青年论坛,聆听了 2019 年度亚洲及大洋洲生物化学家与分子生物学家联盟 (FAOBMB) 教育奖获得者卢晓云教授的精彩演讲。卢晓云教授在西安交大率先开展 MOOC 课程建设和应用,并积极采用“雨课堂”智慧教学工具开展混合式教学实践,积极向广大教师推广应用经验,被教育部在线教育研究中心评为“智慧教学之星”。2019 年 9 月 20 日,第 6 届“高校教学发展网络”年会在吉林省长春市召开,会议的主题为“创造的教育与个性化学习”,会议期间有幸聆听了国家级教学名师柳海民教授关于“基于创造教育的高校教师教育高质量”的精彩报告。柳教授强调,要淘汰“水课”,全力打造“金课”,切实提高高校教师的教学质量。文章第一作者将会议所得应用于教学改革,于 2019 年获得东北林业大学教学改革先锋奖(全校仅 5 人获奖),先后主持并完成黑龙江省及东北林业大学教育教学改革项目各 1 项,以第一作者发表相关教学改革论文 5 篇,获得校级教学质量优秀奖 3 次。

## 4 总结

基于 OBE 理念的相关理论,从理论教学及实践教学两个方面对生物化学实施了教学改革。实

践证明,该“生物化学”多维度教学改革体系的实施,有效地促使学生从“被动学”转变为“主动学”,提高了学习成效。此外,从学生技能技巧形成的认知规律出发,实现理论教学与实践教学的有机融合,可将课本中的知识消化吸收到实践教学中,并与理论教学环节有机结合起来,增强了学生的学习兴趣,起到了事半功倍的教学效果。

## REFERENCES

- [1] Li XY, Bi B, Wang JY. Practice and exploration of the teaching reform of Biochemistry based on OBE. *Chem Life*, 2019, 39(3): 623–626 (in Chinese).  
李晓岩, 毕冰, 王晶英. 基于 OBE 理念的《生物化学》教学改革实践与探索. *生命的化学*, 2019, 39(3): 623–626.
- [2] Wu W, Li HH. Exploration of ideological and political education in the biology major courses: taking Biochemistry as an example. *Microbiol China*, 2020, 47(4): 1191–1195 (in Chinese).  
吴伟, 李慧涵. 生物类专业课程思政教学改革初探——以生物化学为例. *微生物学通报*, 2020, 47(4): 1191–1195.
- [3] Xie ZH, Jiao DJ, Wang LY, et al. Exploration of fusion point of Biochemistry ideological and political course. *Chin J Chem Edu*, 2020, 41(14): 71–75 (in Chinese).  
谢兆辉, 焦德杰, 王丽燕, 等. 生物化学课程思政融合点的发掘. *化学教育*, 2020, 41(14): 71–75.
- [4] Yang RW. Practical tips and strategies for teaching Biochemistry. *Chin J Biochem Mol Biol*, 2020, 36(2): 232–240 (in Chinese).  
杨荣武. 生物化学教学实用技巧和策略. *中国生物化学与分子生物学报*, 2020, 36(2): 232–240.
- [5] Wen FY, Wei ZG, Li XL, et al. Teaching reform and practice during the quality course construction of Animal Biochemistry. *Acta Ecol Animalis Domast*, 2017, 38(5): 94–96 (in Chinese).  
文风云, 位治国, 李晓丽, 等. 《动物生物化学》精品课程建设中的教学改革与实践. *家畜生态学报*, 2017, 38(5): 94–96.

- [6] Yu P, Song YC, Fang S. Exploration of bilingual teaching in Biochemistry and its reform mode innovation. *Chem Life*, 2020, 40(3): 441–447 (in Chinese).  
于平, 宋亦超, 房升. 生物化学课程双语教学探索与创新模式设计. *生命的化学*, 2020, 40(3): 441–447.
- [7] Maiuolo J, Oppedisano F, Gratteri S, et al. Regulation of uric acid metabolism and excretion. *Int J Cardiol*, 2016, 213: 8–14.
- [8] Cheng WK, Li NN. Online and offline teaching models based on cloud class in higher vocational microbiology teaching. *Microbiol China*, 2018, 45(4): 927–933 (in Chinese).  
程旺开, 李囡囡. 基于云班课的线上线下混合式教学模式在高职微生物学教学中的探索与实践. *微生物学通报*, 2018, 45(4): 927–933.
- [9] Xu ZR, Wang HW, Bi B, et al. Thinking on the teaching mode of “teaching, learning, doing integration” in Biochemistry Experiment Course. *Heilongjiang Anim Sci Vet Med*, 2019(1): 160–163 (in Chinese).  
许志茹, 王宏伟, 毕冰, 等. 生物化学实验课程实施“教学做一体化”教学模式的思考. *黑龙江畜牧兽医*, 2019(1): 160–163.
- [10] Zhao X, Lu SG, Wang J, et al. Development of international genetically engineered machine competition in China. *Chin J Biotech*, 2018, 34(12): 1915–1922 (in Chinese).  
赵霞, 卢曙光, 王竞, 等. 国际基因工程机器大赛在中国. *生物工程学报*, 2018, 34(12): 1915–1922.
- [11] Zhang HQ, Chen GQ. Preface for special column on iGEM (2018). *Chin J Biotech*, 2018, 34(12): 1871–1873 (in Chinese).  
张浩千, 陈国强. 2018 iGEM 专栏序言. *生物工程学报*, 2018, 34(12): 1871–1873.

(本文责编 陈宏宇)